

左肾静脉受压与精索静脉曲张术后复发关系的探讨

管日戡¹ 李森¹ 王进¹ 张友朋¹ 程永彪¹ 曾汉青¹ 朱朝辉¹

【摘要】 目的:探讨左肾静脉受压现象对左侧精索静脉曲张的发生、术后疗效及复发率的影响。**方法:**回顾性分析 2013 年 7 月~2015 年 3 月在我院就诊的 520 例左侧精索静脉曲张患者的临床资料。520 例患者中,146 例(28.1%)合并左肾静脉受压现象,排除 11 例失访者,将其余的 135 例列为研究组;另 374 例(71.9%)为单纯性精索静脉曲张患者,排除 29 例失访者,将其余的 345 例列为对照组。两组患者均行显微镜下精索静脉结扎术,并分析其术后的精液质量改善情况及复发率。**结果:**研究组精索静脉曲张直径高于对照组($P<0.05$),术后复发率高于对照组($P<0.05$);两组患者术后 3 个月精子浓度、PR 级精子及 PR+NP 级精子百分率均较术前明显改善($P<0.05$),但两组之间的差异无统计学意义($P>0.05$);研究组术前术后左肾静脉受压程度未见明显加重($P>0.05$)。**结论:**左肾静脉受压的解剖学改变可能是男性左侧精索静脉曲张发生的重要原因,且合并左肾静脉受压患者的精索静脉曲张直径高于单纯精索静脉曲张患者。轻度左肾静脉受压现象可能是左侧精索静脉曲张患者术后复发的又一重要因素。

【关键词】 精索静脉曲张;左肾静脉受压;显微镜下精索静脉结扎术;术后复发

doi:10.13201/j.issn.1001-1420.2017.02.011

【中图分类号】 R697 **【文献标识码】** A

Relationship between left renal vein compression phenomenon and left varicocele recurrence rate

GUAN Rijian LI Sen WANG Jin ZHANG Youpeng
CHENG Yongbiao ZENG Hanqing ZHU Zhaohui

(Department of Urology, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430022, China)

Corresponding author: ZHU Zhaohui, E-mail: zhuzhaohui316@sina.com

Abstract Objective: To study the relationship between left renal vein compression phenomenon and left varicocele postoperative recurrence rate. **Method:** From 2013 to 2015, a total of 520 patients with left varicocele were enrolled. In the 520 left varicocele patients, there were 146 patients have varicocele combined with left renal vein compression phenomenon (28.1%). A total of 135 patients for varicocele combined with left renal vein compression phenomenon were enrolled in the study group, and 345 patients with only varicocele were enrolled in the control group. All the patients underwent microsurgical varicocelectomy. The semen routine analysis and the ultrasound of left renal vein were reviewed, and postoperative complications were observed. **Result:** We found that the left spermatic vein diameter and recurrence rate were significantly different in the study group compared with those of the control group. But in the postoperative complications, postoperative semen parameters were found no difference. What's more, all the two groups were showed significant improvement in the postoperative semen parameters. In addition, there were found no increase at the left renal vein compression level in the study group after operation. **Conclusion:** Our findings indicate that left renal vein compression phenomenon were found frequently in varicocele patients and should be considered as a possible cause of left varicocele. What's more, the left renal vein compression phenomenon may be another important influence factor in the postoperative recurrence rate for patients with varicocele.

Key words varicocele; left renal vein compression; microsurgical varicocelectomy; postoperative recurrence

精索静脉曲张在正常男性人群中的发生率为 10%~15%,85%发生在左侧,而 19%~41%男性不育可能由此引起^[1]。左侧精索静脉呈直角汇入左肾静脉,右侧精索静脉呈锐角汇入下腔静脉,左侧和右侧精索静脉引流固有的解剖学差异与精索

静脉曲张的发生发展相关。另一种精索静脉曲张形成的可能原因是左肾静脉受压现象,即左肾静脉通过腹主动脉和肠系膜上动脉之间的夹角汇入下腔静脉时受压,影响静脉回流,伴有肾门段肾静脉扩张的左肾静脉受压现象。自 2008 年 9 月~2013 年 6 月以来约有 3 000 例精索静脉曲张患者在我院行手术治疗,术后患者精液质量恢复明显,阴囊部症状改善确切,仅 18 例患者术后复发,复发率为

¹华中科技大学同济医学院附属协和医院泌尿外科(武汉,430022)

通信作者:朱朝辉,E-mail:zhuzhaohui316@sina.com

0.6%。对其中18例复发患者在行左肾静脉彩色多普勒超声检查时发现15例患者合并左肾静脉受压现象。为了探讨左侧精索静脉曲张与左肾静脉受压现象的关系,我院对2013年7月~2015年3月治疗的520例有手术指征的精索静脉曲张患者术前均常规行多普勒超声检查,结果146例(28.1%)有左肾静脉受压现象。为此,排除失访患者40例后,我们将其中135例合并左肾静脉受压现象的患者列为研究组,将另外345例单纯性精索静脉曲张患者列为对照组,比较其术前术后的精液恢复情况、左肾静脉受压程度及复发率,以探讨左肾静脉受压现象对精索静脉曲张的发生、术后疗效及复发率的影响,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究左侧精索静脉曲张患者520例,年龄20~41(27.84±7.34)岁,病程1~5年。所有患者均为男性不育症患者,其中146例(28.1%)合并左肾静脉受压现象,2年内失访11例,将其余135例列为研究组;另外374例(71.9%)为单纯性精索静脉曲张患者,2年内失访29例,将其余345例列为对照组。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:婚后1年以上有正常性生活未育的青壮年男性,无明显器质性疾病,无明显血尿蛋白尿,术前常规行体检、Valsalva试验、精索静脉彩超检查以及精液分析。体格检查可触及曲张静脉团;术前B超提示精索静脉曲张(平静呼吸时蔓状静脉内径超过2 mm)并见反流征;精液分析报告显示异常:精子浓度 $<15 \times 10^6/\text{ml}$,前向运动(PR) $<32\%$,精子总活力(PR+NP) $<40\%$ 的少、弱、畸形精子症等。

排除标准:未婚;合并有女性不育因素;精索静脉曲张手术后复发;无精子症;精液质量正常;因为症状而手术者及其他疾病所致的精液质量异常及不育;任何严重的心理、精神异常患者;具有严重基础病患者;合并继发性精索静脉曲张相关因素者;无法配合完成研究者^[2,3]。

1.3 研究方法

两组患者术前均行彩色多普勒超声检查,观察其左肾静脉受压情况,并常规行显微镜下精索静脉

结扎术。所有患者均分别于术后1、3、6、12个月到门诊检查随访,观察阴囊有无水肿、睾丸体积变化及精索静脉曲张复发情况。术后3个月做精液分析、精索静脉及左肾静脉彩超,了解精索静脉曲张是否复发以及精液改善情况(精液密度、精子活动率以及畸形精子率提高 $\geq 20\%$ 认为改善),配偶临床妊娠结果随访至今^[4]。精索静脉曲张的诊断基于体检和超声评估。采用彩色多普勒超声测量所有对象左肾静脉在肾门处和腹主动脉与肠系膜上动脉夹角(AMP)处的前后直径和同一位置血流峰值。如果左肾静脉近肾门处与腹主动脉与AMP处的内径比 >3 ,且CDFI显示AMP处左肾静脉内血流紊乱可诊断为左肾静脉受压现象^[5]。分析两组术前精索静脉曲张直径、术后精液质量改善情况、左肾静脉受压程度及术后复发率。

1.4 统计学方法

本研究采用SPSS 19.0软件进行统计学分析。手术前后计量资料比较采用两独立样本 t 检验或配对 t 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 精索静脉曲张与左肾静脉受压现象的关系

据相关资料显示^[5,6],正常男性人群中合并左肾静脉受压的发生率为2.3%。而本研究显示精索静脉曲张患者中左肾静脉受压的发生率达到28.1%,可见左肾静脉受压现象与左侧精索静脉曲张发生关系密切;左肾静脉经过腹主动脉和AMP时受压导致左肾静脉直径变小的解剖差异和血流参数的改变可能是男性左侧精索静脉曲张发生的重要原因之一。术前精索静脉曲张直径研究组为(2.81±0.80)mm,对照组为(2.57±0.46)mm,研究组比对照组偏高,差异有统计学意义($P<0.05$),说明合并左肾静脉受压的患者精索静脉曲张直径高于单纯精索静脉曲张患者。

2.2 精液质量与配偶妊娠率

研究组与对照组术后3个月精子浓度、PR级精子及PR+NP级精子百分率均较术前明显改善($P<0.01$),但两组之间差异无统计学意义($P>0.05$,表1)。配偶妊娠率研究组为54.8%(74/135),对照组为57.9%(200/345),两组间差异也无统计学意义($P>0.05$)。

表1 两组术前与术后的精液质量比较

$\bar{x} \pm s$

精液指标参数	研究组			对照组		
	术前	术后	P 值	术前	术后	P 值
精子密度/ $\times 10^6 \cdot \text{ml}^{-1}$	19.44±5.43	37.78±6.32	<0.01	19.25±5.41	38.09±6.47	<0.01
PR/%	17.16±4.58	36.40±7.47	<0.01	18.85±5.31	37.97±7.79	<0.01
PR+NP/%	26.57±5.48	51.41±8.84	<0.01	26.82±5.02	50.43±8.60	<0.01

2.3 术后恢复情况及并发症

所有患者均行显微镜下精索静脉结扎术,术中均能辨认出睾丸动脉及淋巴管,并予以保留,术后平均住院时间研究组为 (4.02 ± 0.99) d,对照组为 (4.24 ± 1.18) d,两组差异无统计学意义。两组患者阴囊坠胀不适症状术后均有不同程度的改善,并发症情况见表 2。

表 2 两组术后手术并发症情况

术后并发症	研究组	对照组	$\bar{x} \pm s$
鞘膜积液发生率/%	1.5(2/135)	1.4(5/345)	0.65
伤口感染发生率/%	0.7(1/135)	0.5(2/345)	0.93
术后复发率/%	1.5(2/135)	0.3(1/345)	0.018

2.4 左肾静脉受压情况

研究组 135 例精索静脉曲张合并左肾静脉受压现象的患者术后 3 个月复查左肾静脉彩超,比较术前与术后左肾静脉受压改善情况。术后与术前相比,术后左肾静脉于近肾门处和夹角处的直径及前径与后径的比值未见明显增加,差异无统计学意义($P > 0.05$,表 3),证明患者术后左肾静脉受压情况并没有因为阻断精索静脉这条通路而明显增加。对于所有精索静脉曲张合并左肾静脉受压现象的患者,建议术后适当增肥,避免剧烈活动,多做倒立等,以预防术后复发。术后随访观察 1 年,135 例患者中无一例出现明显血尿蛋白尿等症状。

表 3 研究组术前与术后左肾静脉受压情况

左肾静脉受压指标	研究组		$\bar{x} \pm s$
	术前	术后	
近肾门处直径/mm	8.29 ± 1.54	8.39 ± 1.61	0.78
夹角处直径/mm	1.95 ± 0.52	1.98 ± 0.51	0.83
近肾门直径/夹角处直径	4.51 ± 1.49	4.47 ± 1.40	0.91

3 讨论

精索静脉曲张是指精索内睾丸静脉形成的蔓状静脉丛发生异常迂曲伸长或者扩张增粗^[7]。精索静脉曲张在青春期和成年男性中的发生率为 10%~15%,85%发生在左侧,而 19%~41%的男性不育可能由此引起。睾丸附睾的静脉汇入蔓状静脉丛,可以通过三条通路回流至体循环:①绝大部分蔓状静脉丛血管汇集成精索内静脉,沿腹膜后上行,左侧精索静脉呈直角汇入左肾静脉,右侧精索静脉呈锐角汇入下腔静脉;②通过提睾肌静脉进入腹壁下静脉、腹壁上静脉、阴部浅静脉和阴部深静脉,再汇入髂外静脉;③通过输精管静脉进入髂

内静脉。左侧和右侧肾静脉引流固有的解剖学差异与精索静脉曲张的发展相关。左侧精索内静脉较右侧行程长,左侧精索内静脉呈直角注入左肾静脉导致左侧静脉内压力较高,这些因素导致增高的压力传导至左侧阴囊静脉,可能导致精索静脉曲张的发生^[8]。另一种精索静脉曲张形成的可能原因是胡桃夹现象(nutcracker phenomenon, NCP),即左肾静脉在腹主动脉和肠系膜上动脉之间的夹角汇入下腔静脉时受压,影响静脉回流,伴有肾门段肾静脉扩张的左肾静脉受压现象^[9]。解剖学上的差异导致左肾静脉受压,可能为左侧精索静脉曲张发生发展的重要原因之一,但一直被大家所忽视^[10]。

胡桃夹综合征(nutcracker syndrome, NCS)是指 NCP 致左肾静脉压升高,出现了反复肉眼或镜下血尿、直立性蛋白尿、腰痛、男性患者左侧精索静脉曲张、女性患者盆腔淤血综合征、慢性疲劳等临床症状。NCP 最早报道于 1950 年,当 NCP 引起镜下或肉眼血尿、直立性蛋白尿和左腰腹痛等一系列临床症状时,称为 NCS^[11]。本文所收集的病例均为无明显血尿、蛋白尿的左肾静脉受压患者,所以,这里需要区别对待单纯性左肾静脉受压与 NCS。

对于 NCS 合并精索静脉曲张患者的治疗,目前仍无一致意见,多根据病情严重程度采取保守或手术治疗。轻度 NCS 临床上可以主动观测,一方面随着年龄增加侧支循环建立,另一方面肠系膜上动脉起始部周围脂肪结缔组织增加,可缓解左肾静脉的压迫程度,然而其精索静脉曲张引起的生育问题却不能得到很好的解决^[12]。对于一些临床症状持续严重或反复的患者,特别是成年 NCS 患者,保守治疗往往效果较差,此时应该采取外科手术治疗或介入治疗。外科手术治疗包括左肾静脉下移、下腔静脉端侧吻合术、肠系膜上动脉移位术等,但这些术式存在手术创伤大、并发症多等缺点^[13]。左肾静脉内支架置入术是近年来开展的微创手术,具有创伤小、恢复快、近期效果显著等优点,但其长期疗效还有待进一步随访观察^[14]。对于精索静脉曲张合并轻度左肾静脉受压的男性不育患者,在左肾静脉受压可以采取主动观测的情况下,能否先行手术治疗其精索静脉曲张,是本文研究的重点。

腹腔内或腹膜后肿瘤、肾积水或异位血管压迫上行的精索静脉,亦可导致单侧或双侧精索静脉曲张,称之为继发性精索静脉曲张。因为指南上曾经把 NCS 列入继发性精索静脉曲张的范畴,然而对于仅有单纯左肾静脉受压而无明显血尿蛋白尿的精索静脉曲张患者,其还未达到 NCS 的诊断标准,暂不能归为继发性精索静脉曲张的范畴。此类患者行单纯手术治疗其精索静脉曲张,对其后期的复发率是否有影响,在临床上一度存在较多争议^[15],

值得我们进一步探讨。所以,我们推荐所有精索静脉曲张患者宜常规行左肾静脉彩色多普勒超声检查,以排除是否有左肾静脉受压现象。正常男性人群中合并左肾静脉受压的发生率为2.3%,而本研究精索静脉曲张患者左肾静脉受压的发生率为28.1%,可见左肾静脉受压现象与左侧精索静脉曲张的发生关系密切:左肾静脉经过腹主动脉和肠系膜上动脉夹角时受压导致左肾静脉直径变小的解剖差异和血流参数的改变,可能是男性左侧精索静脉曲张发生的重要原因之一,而且合并左肾静脉受压的精索静脉曲张患者,其左侧精索静脉曲张的直径明显高于单纯精索静脉曲张患者。

目前精索静脉曲张的手术治疗有经腹股沟管精索静脉高位结扎术、腹腔镜下精索静脉高位结扎术、显微镜下精索静脉结扎术、精索静脉介入栓塞术等手术方式,其中精索静脉曲张高位结扎术为最常用的手术方式,然而精索静脉高位结扎术后复发的病例居高不下,目前的临床资料显示经腹股沟精索内静脉高位结扎术的复发率高达25%,而因术中漏扎睾丸静脉属支所致的复发占总复发人数的68%。相关资料显示显微镜下精索静脉结扎术可以更加彻底地结扎精索静脉,保留精索动脉和淋巴管,因此术后效果好,复发率及并发症少^[16]。目前精索静脉曲张术后复发的主要原因为:①精索内静脉分支结扎不全、遗漏;②精索内静脉与输精管静脉、精索外静脉、腹壁下浅静脉等静脉间有广泛的吻合支;③精索内静脉结扎后下腔、髂总及髂内、外静脉存在阻塞性病变^[17]。本研究主要探讨左肾静脉受压现象与精索静脉曲张术后复发的关系,入选病例均排除继发性精索静脉曲张等病因,手术方式均采用显微镜下精索静脉结扎术,且术者均为同一人,排除了由于手术方式、术中漏扎等因素造成的偏倚,数据结果显示合并左肾静脉受压的精索静脉曲张患者1年复发率为1.5%(2/135),与对照组的0.3%(1/345)相比偏高,差异有统计学意义($P>0.05$)。其结果与此前3000例精索静脉曲张术后复发的18例患者中有15例合并左肾静脉受压现象的设想一致,由此可以证明轻度左肾静脉受压现象会增加精索静脉曲张患者术后复发的风险。所以,我们推荐所有精索静脉曲张患者术前常规行左肾静脉彩色多普勒超声检查,以排除是否有左肾静脉受压现象;对于合并左肾静脉受压现象的瘦高体型精索静脉曲张患者,术后应适当增肥,避免久站,多做倒立等来预防术后复发。

由于本研究复发患者例数较少,而且没有在左肾静脉受压程度上分组以对左侧精索静脉曲张患者术后复发率进行进一步评估,左肾静脉受压与精索静脉曲张复发率的关系尚待多中心大样本的临床循证医学研究。

对于精索静脉曲张合并左肾静脉受压患者的治疗,在无明确血尿蛋白尿的情况下,目前有关能否单纯行显微镜下精索静脉结扎术的研究很少。有研究认为合并NCS的精索静脉曲张患者单纯行高位结扎术,术后会导致左肾静脉受压程度加重,左肾静脉血流峰值增加,血尿蛋白尿程度加重,精索静脉曲张容易复发,需要行左肾静脉移位或支架置入及精索静脉转流术等才能彻底解决问题^[18]。本研究有135例精索静脉曲张合并左肾静脉受压患者,术前经彩色多普勒超声确诊左肾静脉受压,行显微镜下精索静脉结扎术,经术后观察随访1年,术后精液质量显著改善,且患者阴囊坠胀感有不同程度地消失,曲张静脉团块消失,术后仅2例患者出现局部鞘膜积液,无一例出现明显腰痛、血尿蛋白尿等症状。与345例单纯精索静脉曲张患者比较,左侧精索静脉曲张的直径上明显偏高,在术后精液质量的恢复程度、术后并发症等方面未见明显增加。所以,对于绝大部分单纯左肾静脉受压而非NCS的精索静脉曲张的患者,暂不行左肾静脉手术的指征,先行显微镜下精索静脉结扎术是可行的,而且显微镜下精索静脉结扎术可以更加彻底地结扎精索静脉,保留精索动脉和淋巴管,因此术后效果好,复发率及并发症少。而且对于135例精索静脉曲张合并左肾静脉受压的患者,术后3个月复查彩色多普勒超声观察其左肾静脉受压改变情况,发现术后的左肾静脉于近肾门处直径、夹角处直径、前径与后径的比值均未见明显增加,证明患者术后左肾静脉受压情况并没有因为阻断精索静脉这条通路而明显增加。术后随访1年,135例患者中无一例出现明显血尿蛋白尿等症状。

综上所述,可以得出以下结论:①左肾静脉受压现象与左侧精索静脉曲张发生关系密切,并且合并左肾静脉受压患者的精索静脉曲张直径高于单纯精索静脉曲张患者。②在无明确血尿蛋白尿的情况下,轻度左肾静脉受压现象会增加精索静脉曲张患者术后复发的风险。③对于精索静脉曲张患者,术前应常规行彩色多普勒超声检查,观察是否合并有左肾静脉受压现象,对于合并有左肾静脉受压现象的精索静脉曲张患者,在无明确血尿蛋白尿的情况下行显微镜下精索静脉结扎术治疗其精索静脉曲张,可以提高其精液质量,提高配偶自然妊娠率,术后应适当增肥,避免剧烈活动,多做倒立等,以预防术后复发。

[参考文献]

- 1 Abdel-Meguid T A, Al-Sayyad A, Tayib A, et al. Does varicocele repair improve male infertility? An evidence-based perspective from a randomized, controlled trial [J]. *Eur Urol*, 2011, 59 (3): 455—461.
- 2 Diamond D A, Gargollo P C, Caldamone A A. Current

- management principles for adolescent varicocele [J]. *Fertil Steril*, 2011, 96 (6): 1294—1298.
- 3 Baazeem A, Belzile E, Ciampi A, et al. Varicocele and male factor infertility treatment: a new meta-analysis and review of the role of varicocele repair [J]. *Eur Urol*, 2011, 60 (4): 796—808.
- 4 Cantoro U, Polito M, Muzzonigro G. Reassessing the role of subclinical varicocele in infertile men with impaired semen quality: a prospective study [J]. *Urology*, 2015, 85 (4): 826—830.
- 5 Mohammadi A, Ghasemi-Rad M, Mladkova N, et al. Varicocele and nutcracker syndrome: sonographic findings [J]. *J Ultrasound Med*, 2010, 29(8): 1153—1160.
- 6 Gulleroglu K, Gulleroglu B, Baskin E, et al. Nutcracker syndrome [J]. *World J Nephrol*, 2014, 3(4): 277—281.
- 7 Kolon T F. Evaluation and management of the adolescent varicocele [J]. *J Urol*, 2015, 194(5): 1194—1201.
- 8 Nees S N, Glassberg K I. Observations on hydroceles following adolescent varicocelectomy [J]. *J Urol*, 2011, 186 (6): 2402—2407.
- 9 Wang Y, Zhou Y, Liu C Y. A rare case of nutcracker phenomenon with nephrotic syndrome [J]. *Int Urol Nephrol*, 2016, 48: 631—632.
- 10 Dong W, Yao Y, Huang H, et al. Surgical management of nutcracker phenomenon presenting as left varicocele in adolescents: a novel approach [J]. *J Pediatr Urol*, 2014, 10(3): 424—429.
- 11 He Y, Wu Z, Chen S, et al. Nutcracker syndrome—how well do we know it [J]? *Urology*, 2014, 83 (1): 12—17.
- 12 Gong X Y, Zheng W, Du H, et al. Treatment of nutcracker syndrome with spermatic vein ligation and iliac vein anastomosis: case report of three cases [J]. *Asian Pac J Trop Med*, 2012, 5(11): 923—924.
- 13 Xu D, Gao Y, Chen J, et al. Laparoscopic inferior mesenteric-gonadal vein bypass for the treatment of nutcracker syndrome [J]. *J Vasc Surg*, 2013, 57(5): 1429—1431.
- 14 Chen S, Zhang H, Shi H, et al. Endovascular stenting for treatment of nutcracker syndrome: report of 61 cases with long-term follow-up [J]. *J Urol*, 2011, 186(2): 570—575.
- 15 Lurvey R, Durbin-Johnson B, Kurzrock E A. Adolescent varicocele: A large multicenter analysis of complications and recurrence in academic programs [J]. *J Pediatr Urol*, 2015, 11(4): 186.
- 16 Mirilas P. Editorial Comment to Surgical comparison of subinguinal and high inguinal microsurgical varicocelectomy for adolescent varicocele [J]. *Int J Urol*, 2016, 23 (4): 342—343.
- 17 Glassberg K I, Badalato G M, Poon S A, et al. Evaluation and management of the persistent/recurrent varicocele [J]. *Urology*, 2011, 77(5): 1194—1198.
- 18 Li H, Zhang M, Jiang Y, et al. Microsurgical spermatic-inferior epigastric vein anastomosis for treating nutcracker syndrome-associated varicocele in infertile men: a preliminary experience [J]. *Urology*, 2014, 83(1): 94—99.

(收稿日期: 2016-06-29)

(上接第 121 页)

- 7 Ng C K, Gill I S, Patil M B, et al. Anatomic renal artery branch microdissection to facilitate zero-ischemia partial nephrectomy. [J]. *Eur Urol*, 2012, 61(1): 67—74.
- 8 Smith G L, Kenney P A, Lee Y, et al. Non-clamped partial nephrectomy: techniques and surgical outcomes. [J]. *BJU Int*, 2011, 107(7): 1054—1058.
- 9 Shao P, Qin C, Yin C, et al. Laparoscopic partial nephrectomy with segmental renal artery clamping: technique and clinical outcomes [J]. *Eur Urol*, 2011, 59(5): 849—855.
- 10 Wszolek M F, Kenney P A, Lee Y, et al. Comparison of hilar clamping and non-hilar clamping partial nephrectomy for tumours involving a solitary kidney [J]. *BJU Int*, 2011, 185(4): 1886—1892.
- 11 Wen D, Lin T, Fei L, et al. Laparoscopic partial nephrectomy for T1 renal cell carcinoma: comparison of two resection techniques in a multi-institutional propensity score-matching analysis [J]. *Ann Surg Oncol*, 2016, 23 (4): 1395—1402.
- 12 Laryngakis N A, Guzzo T J. Tumor enucleation for small renal masses [J]. *Current Opinion in Urology*, 2012, 22(5): 365—371.
- 13 Gill I S, Eisenberg M S, Aron M, et al. "Zero ischemia" partial nephrectomy: novel laparoscopic and robotic technique [J]. *Eur Urol*, 2011, 59(1): 128—134.
- 14 Abaza R, Picard J. A novel technique for laparoscopic or robotic partial nephrectomy: feasibility study. [J]. *J Endourol*, 2008, 22(8): 1715—1719.
- 15 Rizkala E R, Khalifeh A, Autorino R, et al. Zero Ischemia Robotic Partial Nephrectomy: Sequential Preplaced Suture Renorrhaphy Technique [J]. *Urology*, 2013, 82 (1): 100—104.
- 16 马宏, 朱刚, 刘圣杰, 等. 完全不阻断肾动脉腹腔镜肾部分切除术的可行性和安全性分析 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2015, 29(10): 879—882.
- 17 Thompson R H, Lane B R, Lohse C M, et al. Renal function after partial nephrectomy: effect of warm ischemia relative to quantity and quality of preserved kidney. [J]. *Urology*, 2012, 79(2): 356—360.

(收稿日期: 2016-11-01)